



①⑨ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

①⑫ **Offenlegungsschrift**  
①⑩ **DE 100 53 179 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:  
**H 04 R 25/00**  
G 10 L 21/02  
A 61 B 5/12

②① Aktenzeichen: 100 53 179.2  
②② Anmeldetag: 26. 10. 2000  
④③ Offenlegungstag: 10. 5. 2001

**DE 100 53 179 A 1**

③⑩ Unionspriorität: 11-308067 29. 10. 1999 JP 11-310500 01. 11. 1999 JP 2000-077741 21. 03. 2000 JP	⑦② Erfinder: Watanabe, Masahiro, Kokubunji, Tokyo, JP; Sakamoto, Shinichi, Kokubunji, Tokyo, JP
⑦① Anmelder: Rion Co. Ltd., Kokubunji, Tokio/Tokyo, JP	
⑦④ Vertreter: Berendt und Kollegen, 81667 München	

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

- ⑤④ Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung
- ⑤⑦ In einer Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung, auf welche ein interaktives Entwicklungsberechnungs-(IEC)Anpassungsverfahren unter Verwendung eines genetischen Algorithmus (GA) und von ähnlichem angewendet wird, sind eine Klangquelle, nämlich das Element zum Präsentieren eines Umgebungsklangs als Klangquelle zu einem Hörgerät zum Ausführen einer für eine richtige und reale Anwendungsumgebung geeigneten Hörgeräte-Anpassungsoperation, und ein Zeitgeber zum Präsentieren des Umgebungsklangs zu einem Klangquellen-Präsentationselement in einer Reihenfolge in festen Zeitintervallen zum Ausführen einer zuverlässigen Hörgeräte-Anpassungsoperation innerhalb einer festen Zeit vorgesehen.

**DE 100 53 179 A 1**

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung, die eine interaktive evolutionäre Berechnung bzw. Entwicklungsberechnung (IEC) durch einen genetischen Algorithmus bzw. Entwicklungsalgorithmus (GA) und ähnliches verwendet.

Ein normales Hörgerät hat mehrere Arten von Einstellfunktionen. Diese Einstellfunktionen enthalten beispielsweise eine untergeordnete Lautstärke, eine Ausgabebegrenzung, eine Tonsteuerung (Frequenzcharakteristiken-Einstellfunktionen, die hauptsächlich ein Filter verwenden), eine automatische Verstärkungssteuerung (AGC), etc. Das Ausmaß einer Einstellung jeder Einstellfunktion ist von einem Benutzer oder einem Einsteller (einem Audiologen, einem Arzt, einer Verkaufsperson und ähnlichem) frei änderbar.

Hörgeräte-Anpassungen bedeuten eine Operation zum Einstellen des Ausmaßes einer Einstellung (eines Einstellwerts) für jede Einstellfunktion auf einen Wert, der für jede in bezug auf ein Hören beeinträchtigte Person geeignet ist. In den meisten Fällen wird ein Audiogramm für die in bezug auf ein Hören beeinträchtigte Person gemessen, und das erhaltene Ergebnis wird dann in eine vorgeschriebene Formel eingesetzt, um den Einstellwert zu erhalten.

Jedoch ist ein sich von einem derartigen normalen Verfahren unterscheidendes Anpassungsverfahren eines interaktiven Entwicklungsberechnens (IEC) vorgeschlagen, welches oft einen genetischen Algorithmus (GA) verwendet, der bei Abschätzproblemen für eine optimale Lösung und ähnliches verwendet wird.

Bei diesem Verfahren wird ein mehrdimensionaler Vektor, für welchen ein wesentliches Element das Ausmaß einer Einstellung jeder Einstellfunktion ist, als Lösungsvektor (als Chromosom) eingestellt. Eine Klangquelle, wie beispielsweise ein in Antwort auf jeden Lösungsvektor verarbeitetes Sprachsignal, wird der in bezug auf ein Hören beeinträchtigten Person präsentiert. Der genetische Algorithmus (GA) wird basierend auf einem Schätzwert der in bezug auf ein Hören beeinträchtigten Person entsprechend jedem Lösungsvektor verarbeitet, um einen optimalen Lösungsvektor abzuschätzen.

Gemäß diesem Verfahren kann ein Anpassungsergebnis, durch welches sich die in bezug auf ein Hören beeinträchtigte Person in bezug auf ein Hören am besten (am angenehmsten) fühlt, nicht durch einzelnes Berechnen eines optimalen Einstellwerts für jede Einstellfunktion, sondern durch Berücksichtigung der Wechselwirkung zwischen jeder Einstellfunktion erhalten werden.

Als Vorrichtung von diesem Typ ist in der japanischen ungetesteten Patentveröffentlichung Nr. Hei 9-54765 eine optimierende Einstellvorrichtung offenbart. Diese optimierende Einstellvorrichtung verwendet beim IEC-Anpassungsverfahren die charakteristischen Werte einer vergangenen Abschätzung eines Subjekts und die physiologischen Daten des Subjekts und ordnet den Lösungsvektor in einer Reihenfolge von Schätzpunkten in der Mitte der Schätzung selektiv neu an, um effizient nach dem optimalen Lösungsvektor zu suchen.

Wenn Hörgeräte-Anpassungen unter Verwendung des IEC-Anpassungsverfahrens ausgeführt werden, haben die charakteristischen Eigenschaften der verwendeten Klangquelle einen großen Einfluß auf das Ergebnis. In der Vergangenheit ist oft ein Sprachsignal als die Klangquelle verwendet worden, aber der optimale Lösungsvektor wird in diesem Fall zu "den charakteristischen Eigenschaften, bei welchen das Subjekt das Sprachsignal am angenehmsten hören kann".

Jedoch verwenden Träger der Hörgeräte die Hörgeräte in verschiedenen Klangumgebungen (sie sind einem Umgebungsrauschen ausgesetzt). Demgemäß sind diese charakteristischen Eigenschaften nicht immer diejenigen, die am besten geeignet für die Träger in allen Umgebungen sind, weshalb es ein Problem gibt, das darin besteht, daß es schwierig für sie ist, das Sprachsignal in Abhängigkeit vom Typ und vom Pegel des Umgebungsrauschens zu hören.

Weiterhin dauert eine Anpassungsoperation deshalb, weil ein solches Anpassungsverfahren "ein interaktiver Betrieb" ist, einige Zeit, was ein Problem ist. Die Zeit nämlich, bei welcher die in bezug auf ein Hören beeinträchtigte Person, die die in Antwort auf den Lösungsvektor verarbeitete Klangquelle gehört hat, ihren Schätzwert relativ zum Lösungsvektor bestimmt, ist bei jedem Subjekt unterschiedlich. Da das Programm nicht zum nächsten Schritt weitergeht, bis der Schätzwert relativ zum Lösungsvektor eingegeben ist, gibt es ein Problem, das darin besteht, daß die für die Anpassungsoperation erforderliche Zeit nicht vorhergesagt werden kann.

Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung zu schaffen, die alle oben angegebenen Probleme beim Stand der Technik löst.

Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ist eine Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung geschaffen, die folgendes aufweist: eine Anfangslösungs-Einstelleinrichtung zum Bestimmen einer Anfangsgruppe eines zu erneuernden Lösungsvektors, eine Parameter-Schreibeinrichtung zum Umwandeln des Lösungsvektors in Einstellparameterwerte eines Hörgeräts und zum Schreiben der Parameterwerte in ein Hörgeräte-Parameterspeicherelement des Hörgeräts, eine Bewertungwert-Empfangseinrichtung zum Erhalten eines Bewertungswerts eines Subjekts relativ zu jedem Lösungsvektor, eine Optimallösungs-Abschätzeinrichtung zum Abschätzen einer optimalen Lösung basierend auf einem Wert jedes Lösungsvektors und dem Bewertungswert relativ zu jedem Lösungsvektor, eine Klangquellen-Speichereinrichtung zum Speichern einer Klangquelle für das Subjekt, um jeden Lösungsvektor zu bewerten, und eine Klangquellen-Präsentationseinrichtung zum Präsentieren der Klangquelle zum Hörgerät, wobei die Klangquelle ein Umgebungsklang ist.

Mit diesem Aufbau ist es deshalb, weil die zu präsentierende Klangquelle der Umgebungsklang ist, möglich, eine Hörgeräte-Anpassungsoperation auszuführen, die getreu der subjektiven Bewertung einer in bezug auf ein Hören beeinträchtigten Person ist, in einem Zustand, der nahe seiner realen Benutzerumgebung ist.

Weiterhin besteht die Klangquelle aus einer Vielzahl von Umgebungsklängen, um jeweils den optimalen Lösungsvektor relativ zu jedem Umgebungsklang abzuschätzen.

Mit diesem Aufbau ist es deshalb, weil die zu präsentierende Klangquelle eine Vielzahl von Umgebungsklängen ist, möglich, nicht nur eine Anpassungsoperation auszuführen, die speziell in einer spezifischen Klangumgebung ist, sondern auch eine Anpassungsoperation auszuführen, die für verschiedene Klangumgebungen geeignet ist.

Ebenso wird die von der Klangquellen-Präsentationseinrichtung präsentierte Klangquelle zu einem externen elektrischen Eingangsanschluß des Hörgeräts eingegeben.

Mit diesem Aufbau ist es nicht nötig, einen schalldichten Raum vorzusehen. Eine Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung kann auf einfache Weise am Ort der Hörgeräteanpassung eingebaut werden.

Es ist auch möglich, eine Hörgeräte-Anpassungsoperation geeigneter für die reale Umgebung durchzuführen, indem der Umgebungsklang dem Hörgeräteträger mit viel

Präsenz präsentiert wird.

Die Klangquellen-Speichereinrichtung ist auch durch eine Kommunikationsleitung mit der Klangquellen-Präsentationseinrichtung verbunden.

Mit diesem Aufbau ist es möglich, die Klangquellen-Speichereinrichtung bei einem Hörgeräteanpassungs-Servicecenter und ähnlichem integral zu steuern und Komplikationen in bezug auf die Verwaltung und die Operation der Klangquellen-Speichereinrichtung zu reduzieren.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist eine Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung geschaffen, die folgendes aufweist: eine Anfangslösung-Einstelleinrichtung zum Bestimmen einer Anfangsgruppe eines zu erneuernden Lösungsvektors, eine Parameter-Schreibereinrichtung zum Umwandeln des Lösungsvektors in Einstellparameterwerte eines Hörgeräts und zum Schreiben der Parameterwerte in ein Hörgeräte-Parameterspeicherelement des Hörgeräts, eine Bewertungswert-Empfangseinrichtung zum Erhalten eines Bewertungswerts eines Subjekts relativ zu jedem Lösungsvektor, eine Optimallösungs-Abschätzeinrichtung zum Abschätzen einer optimalen Lösung basierend auf einem Wert jedes Lösungsvektors und des Bewertungswerts relativ zu jedem Lösungsvektor, eine Klangquellen-Präsentationseinrichtung zum Präsentieren einer Klangquelle für ein Subjekt zum Hörgerät, um jeden Lösungsvektor zu bewerten, und eine Zeitgebereinrichtung für die Klangquellen-Präsentationseinrichtung zum Präsentieren der Klangquelle in einer Reihenfolge in festen Zeitintervallen.

Mit diesem Aufbau ist es möglich, eine Hörgeräte-Anpassungsoperation, die getreu der subjektiven Bewertung einer in bezug auf ein Hören beeinträchtigten Person ist, innerhalb einer festen Zeit zuverlässig auszuführen.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist eine Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung geschaffen, die folgendes aufweist: eine Anfangslösungs-Einstelleinrichtung zum Bestimmen einer Anfangsgruppe eines zu erneuernden Lösungsvektors, eine Parameter-Schreibereinrichtung zum Umwandeln des Lösungsvektors in Einstellparameterwerte eines Hörgeräts und zum Schreiben der Parameterwerte in ein Hörgeräte-Parameterspeicherelement des Hörgeräts, eine Bewertungswert-Empfangseinrichtung zum Erhalten eines Bewertungswerts eines Subjekts relativ zu jedem Lösungsvektor, eine Optimallösungs-Abschätzeinrichtung zum Abschätzen einer optimalen Lösung basierend auf einem Wert jedes Lösungsvektors und des Bewertungswerts relativ zu jedem Lösungsvektor, eine Klangquellen-Präsentationseinrichtung zum Präsentieren einer Klangquelle für ein Subjekt zum Hörgerät, um jeden Lösungsvektor zu bewerten, und eine Klangquellen-Steuereinrichtung zum Steuern der Zeitgabe für diese Klangquellen-Präsentationseinrichtung, um die Klangquelle zum Hörgerät in einer Reihenfolge gemäß der Zeitgabe für die Bewertungswert-Empfangseinrichtung, den Bewertungswert erhalten zu haben, zu präsentieren.

Mit diesem Aufbau ist es möglich, innerhalb einer festen Zeit eine Hörgeräte-Anpassungsoperation, die getreu der subjektiven Bewertung einer in bezug auf ein Hören beeinträchtigten Person ist, gemäß der Absicht des Subjekts und ohne dem Subjekt ein unangenehmes Gefühl zu geben zuverlässig auszuführen.

Wenn irgendein Lösungsvektor existiert, auf welchem der Bewertungswert nicht geantwortet hat, wird, nachdem ein Präsentieren der Klangquelle in bezug auf den letzten Lösungsvektor der Erzeugung beendet ist, die Präsentation der Klangquelle in bezug auf den Lösungsvektor, auf welchen der Bewertungswert nicht geantwortet hat, noch einmal ausgeführt.

Mit diesem Aufbau ist es möglich, einen Bewertungswert

relativ zu dem Lösungsvektor, auf welchem der Bewertungswert nicht geantwortet hat, zuverlässig zu erhalten. Es ist auch möglich, eine Hörgeräte-Anpassungsoperation, die getreu der subjektiven Bewertung einer in bezug auf ein Hören beeinträchtigten Person ist, gemäß der Absicht des Subjekts, ohne dem Subjekt ein unangenehmes Gefühl zu geben und innerhalb einer festen Zeit auszuführen.

Die obigen und andere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung in Zusammenhang mit den beigefügten Zeichnungen klarer werden.

**Fig. 1** ist ein schematisches Diagramm einer Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 2** ist ein Ablaufdiagramm einer Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung, wenn ein Umgebungsklang verwendet wird;

**Fig. 3** ist ein Ablaufdiagramm einer Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung, wenn drei Umgebungsklänge verwendet werden;

**Fig. 4** ist ein schematisches Diagramm eines Hörgeräts mit drei Parameterspeicherelementen;

**Fig. 5** ist ein schematisches Diagramm einer Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung, die für ein Hörgerät mit einem externen elektrischen Eingangsanschluß beabsichtigt ist;

**Fig. 6** ist ein schematisches Diagramm einer Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 7** ist ein Ablaufdiagramm der Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 8** ist ein schematisches Diagramm einer Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 9** ist ein Ablaufdiagramm der Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung; und

**Fig. 10** ist ein Ablaufdiagramm der Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Nun werden hierin nachfolgend bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben.

Eine Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung weist, wie es in **Fig. 1** gezeigt ist, ein Klangquellen-Verarbeitungselement **1** und ein Parameter-Erzeugungselement **2** auf. Das Bezugszeichen **3** ist ein sogenanntes programmierbares Hörgerät, und das Bezugszeichen **5** ist ein Lautsprecher zum Präsentieren eines Sprachsignals, eines Umgebungsklangs und von ähnlichem, welche für ein Hörgerät verarbeitet worden sind, zum programmierbaren Hörgerät **3**.

Das Klangquellen-Verarbeitungselement **1** besteht aus einem Klangquellen-Speicherelement **1a**, einem Klangquellensignal-Umwandlungselement **1b**, einem Klangquellensignal-Auswahlelement **1c** und einem Klangquellen-Präsentationselement **1d**. Das Parameter-Erzeugungselement **2** besteht aus einem Anfangslösungs-Einstellelement **2a**, einem Parameter-Schreibelement **2b**, einem Bewertungswert-Empfangselement **2c** und einem Optimallösungs-Abschätzelement **2d**.

Das programmierbare Hörgerät **3** besteht aus einem Mikrofon **3a**, einem Verstärker **3b**, einem Hörgeräte-Verarbeitungselement **3c**, einem Ohrhörer **3d** und einem Parameter-Speicherelement **4**, wobei das Parameter-Schreibelement **2b** mit dem Parameter-Speicherelement **4** des programmierbaren Hörgeräts **3** verbunden ist.

Das Klangquellen-Speicherelement **1a** speichert eine

Vielzahl von Umgebungsklangdateien, in welchen die Umgebungsklänge digital aufgezeichnet sind, denen ein Träger des programmierbaren Hörgeräts nach Möglichkeit begegnen kann, und eine Kalibrierungsklangdatei. Die Umgebungsklangdateien und die Kalibrierungsklangdateien sind beispielsweise zusammengesetzt aus digitalen Daten, wie beispielsweise einem WELLEN-Dateienformat.

Das Klangquellensignal-Umwandlungselement 1b hat eine Funktion zum Zugreifen auf die Umgebungsklangdatei, die im Klangquellen-Speicherelement 1a gespeichert ist, basierend auf einem Steuersignal vom Klangquellensignal-Auswahlelement 1c. Das Klangquellensignal-Umwandlungselement 1b hat auch eine Funktion zum Umwandeln digitaler Daten, die in der Umgebungsklangdatei gespeichert sind, in ein analoges Umgebungsklangsignal.

Das Klangquellen-Präsentationselement 1d verstärkt oder dämpft ein Klangquellensignal (ein analoges Umgebungsklangsignal), das vom Klangquellensignal-Umwandlungselement 1b ausgegeben wird, auf einen vorbestimmten Pegel. Das Klangquellen-Präsentationselement 1d präsentiert dann das verstärkte oder gedämpfte Klangquellensignal zum programmierbaren Hörgerät 3 unter Verwendung des Lautsprechers 5 und von ähnlichem.

Das Anfangslösungs-Einstellelement 2a stellt eine Gruppe von Anfangslösungsvektoren ein, wobei der Lösungsvektor zusammengesetzt ist aus Einstellwerten für jede Einstellfunktion des programmierbaren Hörgeräts 3, das als Ziel ausgesucht ist.

Das Parameter-Schreibelement 2b hat eine Funktion zum Schreiben des Lösungsvektors, der im Anfangslösungs-Einstellelement 2a eingestellt ist, oder des Lösungsvektors, der im Optimallösungs-Abschätzelement 2d abgeschätzt ist, in ein Parameter-Speicherelement 4 des programmierbaren Hörgeräts 3 als Parameter der Einstellfunktion des programmierbaren Hörgeräts 3.

Das Bewertungswert-Empfangselement 2c erhält einen Bewertungswert eines Subjekts relativ zur verarbeiteten Klangquelle, wenn das Subjekt die im Hörgeräte-Verarbeitungselement 3c des programmierbaren Hörgeräts 3 verarbeitete Klangquelle hört.

Das Optimallösungs-Abschätzelement 2d verarbeitet einen genetischen Algorithmus (GA) unter Verwendung des Bewertungswerts des Subjekts relativ zu jedem Lösungsvektor, der im Bewertungswert-Empfangselement 2c erhalten wird, und erzeugt eine neue Lösungsvektorgruppe.

Nun wird hierin nachfolgend eine Operation der Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf ein Ablaufdiagramm beschrieben, wie es in Fig. 2 gezeigt ist.

Zuerst wird in einem Schritt SP 1 das Audiogramm einer in bezug auf ein Hören beeinträchtigten Person gemessen. In einem Schritt 2 wird unter Verwendung des gemessenen Audiogramms und einer bekannten Hörgeräte-Anpassungsformel ein Grenzbereich zum Begrenzen eines Suchbereichs von Einstellwerten einer Lautstärkesteuerung und einer Ausgabegrenze so berechnet, daß während der Anpassungsoperation kein zu lauter Klang oder zu leiser Klang ausgegeben wird.

Als nächstes wird in einem Schritt SP 3 vor der Anpassungsoperation das Klangquellensignal-Auswahlelement 1c zum Zugreifen auf die Kalibrierungsklangdatei vom Klangquellen-Speicherelement 1a zum Kalibrieren eines Klangdruckpegels betrieben wenn die Klangquelle präsentiert wird. Die Kalibrierungsklangdatei wird dann vom Klangquellen-Präsentationselement 1d präsentiert.

In einem Schritt SP 4 wird der präsentierte Klangdruckpegel unter Verwendung eines Klangpegelmeßgeräts und

von ähnlichem durch Steuern eines Verstärkungs- oder Dämpfungsmaßes des Klangquellen-Präsentationselements 1d kalibriert.

In einem Schritt SP 5 wird auf die Umgebungsklangdatei zugegriffen. Die Information über "die Umgebung (beispielsweise ein Zuhause, ein Büro, eine Firma und ähnliches), wo das Hörgerät am häufigsten verwendet wird" ist vom Subjekt im voraus zu sammeln, und hier wird die Umgebungsklangdatei verwendet, die einer solchen Umgebung am nächsten ist.

Als nächstes wird in einem Schritt SP 6 eine Gruppe eines Anfangswerts des Lösungsvektors, die zusammengesetzt ist aus dem Einstellwert jeder Einstellfunktion des programmierbaren Hörgeräts 3, was Anfangslösungsvektorgruppe  $P_k$  ( $k = 1, 2, 3, \dots, n$ ) genannt wird, zur Verfügung gestellt, um den genetischen Algorithmus (GA) auszuführen. Hier ist  $n = 20$  eingestellt. Die Anfangslösungsvektorgruppe  $P_k$  ( $k = 1, 2, 3, \dots, n$ ) wird unter Verwendung einer Zufallszahl und von ähnlichem in einem normalen genetischen Algorithmus (GA) zufällig bestimmt, aber im Schritt SP 2 wird eine Grenze für den Suchbereich des Einstellwerts der Lautstärkesteuerung und der Ausgabegrenze zur Verfügung gestellt, um während einer Anpassungsoperation keinen zu lauten Klang oder zu leisen Klang zu erzeugen.

In einem Schritt SP 7 wird irgendein Lösungsvektor  $P_k$  aus den eingestellten 20 Stücken von Lösungsvektoren  $P_k$  bestimmt. Diese Bestimmung wird normalerweise vom Subjekt selbst durchgeführt.

In einem Schritt SP 8 wird beim Parameter-Schreibelement 2b der im Schritt SP 7 bestimmte Lösungsvektor  $P_k$  in einen Parameter des programmierbaren Hörgeräts 3 umgewandelt, und in einem Schritt SP 9 wird dieser Parameter in das Parameter-Speicherelement 4 des programmierbaren Hörgeräts 3 geschrieben.

In einem Schritt SP 10 wird die Umgebungsklangdatei, auf die oben zugegriffen ist, beim Klangquellensignal-Umwandlungselement 1b und beim Klangquellen-Präsentationselement 1d reproduziert, und die reproduzierte Umgebungsklangdatei wird dann dem programmierbaren Hörgerät 3 vom Lautsprecher 5 präsentiert. Das Subjekt hört auf den Ausgangsklang (d. h. den Umgebungsklang, der in Antwort auf den Lösungsvektor  $P_k$  für ein Hörgerät verarbeitet worden ist) des programmierbaren Hörgeräts 3.

In einem Schritt SP 11 erhält das Bewertungswert-Empfangselement 2c einen Bewertungswert  $E_k$  des Subjekts relativ zum präsentierten Klang, nämlich den Lösungsvektor  $P_k$  zu dieser Zeit. Der Bewertungswert  $E_k$  ist ein numerischer Wert mit fünf Stufen von 1 bis 5, die die subjektive Bewertung durch das Subjekt basierend auf Verständlichkeit und Komfort bzw. Behaglichkeit relativ zum präsentierten Klang ausdrücken, wobei der Wert 1 die niedrigste Bewertung ausdrückt bzw. der Wert 5 die höchste Bewertung ausdrückt. In einem Schritt SP 12 geht das Programm dann, wenn das Subjekt die Erneuerung der Lösungsvektorgruppe befiehlt, zu einem Schritt SP 13, und dann, wenn nicht, werden die Schritte SP 7 bis SP 11 wiederholt.

Im Schritt SP 13 wird beurteilt, ob alle Bewertungswerte von  $E_1$  bis  $E_{20}$  erhalten worden sind oder nicht, und wenn sie nicht erhalten worden sind, geht das Programm zum Schritt SP 7, und die oben angegebene Operation wird wiederholt. Andererseits geht das Programm dann, wenn alle Bewertungswerte von  $E_1$  bis  $E_{20}$  erhalten worden sind, zu einem Schritt SP 14, in welchem beurteilt wird, ob die vorbestimmte Endbedingung erfüllt ist oder nicht.

In einem Schritt SP 14 wird dann, wenn beurteilt wird, daß die vorbestimmte Endbedingung erfüllt ist, die Anpassungsoperation beendet. Somit wird der Lösungsvektor  $P_k$ , der als der höchste Bewertungswert unter der aktuellen Lö-

sungsvektorgruppe  $P_k$  ( $k = 1, 2, 3, \dots, n$ ) erhalten wird, als der End-Anpassungswert angesehen.

Andererseits werden dann, wenn beurteilt wird, daß die Endbedingung nicht erfüllt ist, in einem Schritt SP 15 eine Auswahl, ein Chiasmus und eine Änderung im genetischen Algorithmus (GA) unter Verwendung der aktuellen Lösungsvektorgruppe  $P_k$  ( $k = 1, 2, 3, \dots, n$ ) und des Bewertungswerts  $E_k$  relativ zu jedem Lösungsvektor  $P_k$  ausgeführt, um eine neue Lösungsvektorgruppe  $P'_k$  zu erzeugen.

Die oben angegebene Operation (SP 7 bis SP 14) wird für die neue Lösungsvektorgruppe  $P'_k$  wiederholt. Die vorbestimmte Endbedingung ist eine Bedingung zum Beenden der Entwicklung bzw. der Evolution des genetischen Algorithmus. Beispielsweise kann durch Bestimmen der Anzahl von Malen einer Entwicklung im voraus die Anpassungsoperation automatisch beendet werden, wenn die Anzahl von Malen den vorbestimmten Pegel erreicht.

Obwohl es in Fig. 2 nicht gezeigt ist, wird das Erhalten des Bewertungswerts  $E_k$  nicht notwendigerweise nach der Präsentation der Klangquelle ausgeführt. Es ist in den meisten Fällen möglich, den vorherigen Bewertungswert  $E_k$  zu irgendeiner Zeit neu zu schreiben bzw. zu überschreiben, bevor der neue Lösungsvektor  $P'_k$  erzeugt wird.

Weiterhin wird in den Schritten SP 1 und SP 2 zum Vermeiden der Präsentation eines zu lauten Klangs oder eines zu leisen Klangs eine Vorrichtung für eine Bereichsgrenze in bezug auf die Einstellwerte einer Lautstärkesteuerung und einer Ausgabegrenze vorgesehen. Die Anzahl von Steuerungen, bei welchen die Bereichsgrenze vorgesehen ist, ist nicht auf 2 beschränkt, sondern die Bereichsgrenze kann gemäß dem Zweck in anderen Steuerungen vorgesehen sein, wie beispielsweise einer AGC-Steuerung und einer Tonsteuerung.

Eine Bereichsgrenze eines Suchraums des Lösungsvektors  $P_k$  wird unter Verwendung des Audiogramms und einer bekannten Anpassungsformel bestimmt. Jedoch ist es durch Vorbereiten eines vorbestimmten Signals zur Untersuchung (wie beispielsweise eines reinen Tons und eines Bandrauschens) im Klangquellen-Speicherelement 1a im voraus möglich, einen Hörschwellenpegel (HTL) und/oder einen unbehaglichen Lautstärkepegel (UCL), den unangenehmsten Lautstärkepegel (MCL) und ähnliches zu finden, wodurch eine Begrenzung in bezug auf den Wert der Steuerung in Antwort auf diese gefundenen Werte zur Verfügung gestellt wird.

Die Anzahl von Entwicklungen des genetischen Algorithmus (GA) ist oben als die Endbedingung beschrieben. Zusätzlich kann die Anpassungsoperation beendet werden, wenn der Lösungsvektor  $P_k$  von  $E_k = 5$  die vorbestimmte Anzahl übersteigt oder wenn ein mittlerer Wert von  $E_k$  den vorbestimmten Wert übersteigt.

Ebenso kann die Anpassungsoperation durch Abschätzen einer Konvergenzbedingung für den genetischen Algorithmus (GA) aus einem euklidischen Abstand zwischen jedem Lösungsvektor  $P_k$  und ähnlichem beendet werden, wenn die Konvergenzbedingung einen festen Pegel übersteigt.

Der Lösungsvektor  $P_k$ , der den höchsten Bewertungswert unter der aktuellen Lösungsvektorgruppe  $P_k$  ( $k = 1, 2, 3, \dots, n$ ) erhalten hat, wird als der End-Anpassungswert eingestellt, aber es wird angenommen, daß es eine Vielzahl von Lösungsvektoren  $P_k$  mit den meisten Stellen (5 Stellen) geben kann. In einem solchen Fall ist es möglich, einen von diesen als den End-Anpassungswert auszuwählen, oder das Subjekt seinen favorisierten Lösungsvektor  $P_k$  auf ein abermaliges Hören auf nur den Lösungsvektor  $P_k$  mit den meisten Stellen hin auszuwählen zu lassen.

Oben ist ein Verfahren zum Finden des Anpassungswerts unter Verwendung eines Umgebungsklangs beschrieben,

aber in diesem Fall gibt es eine gewisse Möglichkeit, daß der Anpassungswert für den verwendeten Umgebungsklang speziell ist. Zum Vermeiden eines solchen Phänomens ist es nötig, die Operation des Ablaufdiagramms, wie es in Fig. 2 gezeigt ist, jeweils in bezug auf eine Vielzahl von Umgebungsklängen auszuführen, um den Anpassungswert relativ zu jedem Umgebungsklang separat zu finden.

Die hier verwendete Klangquelle kann basierend auf der Umgebung bestimmt werden, in welcher sich das Subjekt am wahrscheinlichsten aufhält, oder statt dessen kann eine vorbestimmte Klangquelle verwendet werden.

Der End-Anpassungswert kann dadurch bestimmt werden, daß man das Subjekt bittet, auf alle verwendeten Umgebungsklänge bei einer Bedingung zu hören, unter welcher das programmierbare Hörgerät 3 auf den Anpassungswert eingestellt wird, der relativ zu jedem Umgebungsklang erhalten wird, und indem man dann seinen favorisierten Anpassungswert auswählt.

Hierin nachfolgend ist eine Operation der Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung unter Verwendung von drei Umgebungsklängen in Zusammenhang mit einem Ablaufdiagramm beschrieben, wie es in Fig. 3 gezeigt ist. Jedoch ist hierin nachfolgend der Inhalt, der derselbe wie in bezug auf das in Fig. 2 gezeigte Ablaufdiagramm ist, nicht beschrieben.

Zuerst sind Schritte SP 21 bis SP 24 dieselben wie diejenigen für das in Fig. 2 gezeigte Ablaufdiagramm unter Verwendung eines Umgebungsklangs.

Als nächstes wird in einem Schritt SP 25 zum Zugreifen auf eine erste Umgebungsklangdatei  $S_1$  innerhalb der Umgebungsklangdatei  $S_i$   $i = 1$  eingestellt, und in einem Schritt SP 26 wird auf die erste Umgebungsklangdatei  $S_1$  zugegriffen.

In einem Schritt SP 27 wird eine Gruppe von Anfangswerten für den Lösungsvektor, die aus den Einstellwerten für jede Einstellfunktion des programmierbaren Hörgeräts 3 zusammengesetzt ist, d. h. eine Anfangslösungsvektorgruppe  $P_k$  ( $k = 1, 2, 3, \dots, n$ ), eingestellt, um den genetischen Algorithmus (GA) auszuführen.

Ein Schritt SP 28 ist derselbe wie die Schritte SP 7 bis SP 16 des Ablaufdiagramms, wie es in Fig. 2 gezeigt ist.

Als nächstes wird in einem Schritt SP 29 ein End-Anpassungswert  $S_1$  des Lösungsvektors  $P_k$ , der den höchsten Bewertungswert unter der aktuellen Lösungsvektorgruppe  $P_k$  ( $k = 1, 2, 3, \dots, n$ ) erhalten hat, bestimmt. Somit werden durch Wiederholen der Operationen der Schritte SP 26 bis SP 29 die Anpassungswerte  $F_1$ ,  $F_2$  und  $F_3$  jeweils relativ zu drei Umgebungsklangdateien  $S_1$ ,  $S_2$  und  $S_3$  bestimmt.

In Schritten SP 33 bis SP 41 wird das programmierbare Hörgerät 3 auf die Anpassungswerte  $F_1$ ,  $F_2$  und  $F_3$  eingestellt, die relativ zu einer jeweiligen der Umgebungsklangdateien  $S_1$ ,  $S_2$  und  $S_3$  erhalten werden. Unter einer solchen Bedingung wird ein Subjekt aufgefordert, auf die Umgebungsklänge von allen eingesetzten Umgebungsklangdateien  $S_1$ ,  $S_2$  und  $S_3$  zu hören. Das Subjekt bestimmt dann den End-Anpassungswert  $F$  unter den Anpassungswerten  $F_1$ ,  $F_2$  und  $F_3$ , um die Hörgeräte-Anpassungsoperation zu beenden.

Wie es in Fig. 4 gezeigt ist, hat das programmierbare Hörgerät 3 drei Parameter-Speicherelemente, die aus einem ersten Parameter-Speicherelement 4a, einem zweiten Parameter-Speicherelement 4b und einem dritten Parameter-Speicherelement 4c bestehen, als Speicher zum Speichern der Parameter. Ein Anwender kann irgendeinen dieser Speicher durch einen Auswahlsschalter 6 auswählen. Somit können erhaltene drei Anpassungswerte  $F_1$ ,  $F_2$  und  $F_3$  in einem jeweiligen Parameter-Speicherelement 4a, 4b und 4c gespeichert werden, und der Anwender kann auch irgendeinen von

diesen gemäß der Anwendungsumgebung verwenden. Es ist zu beachten, daß die Anzahl von Speichern zum Speichern der Parameter nicht auf drei beschränkt ist, sondern mehr als drei sein kann.

Das Obige beschreibt einen Fall, bei dem der Umgebungsklang, der die Klangquelle für eine IEC-Anpassung wird, vom Lautsprecher 5 präsentiert wird, aber bei einer solchen Präsentationsvorrichtung des Umgebungsklangs sind eine schallgedämpften Kammer und ähnliches nötig. Demgemäß gibt es ein Problem, das darin besteht, daß diese Vorrichtung nicht für einen Ort wie beispielsweise denjenigen geeignet ist, wo die Hörgeräte-Anpassungsoperation ausgeführt wird, weil es normalerweise nicht genügend Platz an einem solchen Ort gibt.

Ebenso ist im praktischen Betrieb einer solchen Vorrichtung eine Klangdruckpegel-Meßeinrichtung, wie beispielsweise ein Klangpegel-Meßgerät, nötig, wenn eine Klangfeldkalibrierung durchgeführt wird, weshalb es ein Problem gibt, das darin besteht, daß ein spezielles Wissen auch für die Kalibrierungsoperation erforderlich ist. Zum Lösen eines solchen Problems ist eine Vorrichtung, die einen externen elektrischen Eingangsanschluß 8e des programmierbaren Hörgeräts 8 verwendet, wie es in Fig. 5 gezeigt ist, nützlich.

Wenn ein Verbindungsstecker (nicht gezeigt), der mit dem Ausgangsende einer Kalibriereinheit 7 verbunden ist, eingefügt wird, ist der externe elektrische Eingangsanschluß 8e derart entworfen, daß ein Verbindungszustand zwischen der Ausgangsseite eines Mikrofons 8a und der Eingangsseite eines Verstärkers 8b gelöst wird, um das Ausgangsende der Kalibriereinheit 7 mit der Eingangsseite des Verstärkers 8b zu verbinden.

Die Kalibriereinheit 7 hat eine Funktion zum Ausgeben eines Umgebungsklangsignals zum externen elektrischen Eingangsanschluß 8e des programmierbaren Hörgeräts 8 und zum Anzeigen eines äquivalenten Klangdruckpegels dieses Umgebungsklangsignals. Der äquivalente Klangdruckpegel bedeutet den Pegel, bei welchem eine Spannung des Umgebungsklangsignals in einen Klangdruckpegel umgewandelt worden ist, der auf das Mikrophon 8a einwirkt.

Beim oben angegebenen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wurde erklärt, daß das Klangquellen-Speicherelement 1a im selben Bereich wie das Klangquellensignal-Umwandlungselement 1b und das Klangquellen-signal-Auswahlelement 1c angeordnet ist.

Jedoch ist bei der Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung zu beachten, daß das Klangquellen-Speicherelement 1a entfernt vom Klangquellensignal-Umwandlungselement 1b, vom Klangquellensignal-Auswahlelement 1c und von ähnlichem entfernt angeordnet sein kann.

In diesem Fall ist das Klangquellen-Speicherelement 1 aus einer eingebauten Festplatte eines Personalcomputers aufgebaut, während das Klangquellensignal-Umwandlungselement 1b, das Klangquellensignal-Auswahlelement 1c und ähnliches aus einem anderen Personalcomputer aufgebaut sind. Ein weiterer Personalcomputer kann mehr als einer bedeuten.

Durch Verbinden dieser Personalcomputer durch eine Kommunikationsleitung kann das Klangquellen-Speicherelement 1a bei einem Hörgeräteanpassungs-Servicecenter angeordnet sein, während das Klangquellensignal-Umwandlungselement 1b, das Klangquellensignal-Auswahlelement 1c und ähnliches an einem jeweiligen Hörgeräte-Anpassungsort angeordnet sein können.

Somit ist es möglich, nicht nur die Umgebungsklangdaten gemeinsam zu nutzen, sondern sie auch auf einfache Weise zu steuern und zu betreiben.

Eine Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung weist, wie es in Fig. 6 gezeigt ist, einen Zeitgeber 11, ein Klangquellen-Präsentationselement 12 und ein Parameter-Erzeugungselement 2 auf.

Der Zeitgeber 11 gibt ein Steuersignal zu einem Parameter-Schreibelement 2b des Parameter-Erzeugungselements 2 aus, um dem Parameter-Schreibelement 2b zu befehlen, den Parameter in vorbestimmten Zeitintervallen in einen Parameter-Speicherelement 4 des programmierbaren Hörgeräts 3 zu schreiben. Der Zeitgeber 11 gibt auch ein Steuersignal zum Klangquellen-Präsentationselement 12 aus, um die Zeitgabe des Starts einer Präsentation der Klangquelle zu bestimmen.

Das Klangquellen-Präsentationselement 12 empfängt ein Steuersignal vom Zeitgeber 11 und präsentiert eine Klangquelle von einem Lautsprecher 5 zum programmierbaren Hörgerät 3. Die Klangquelle enthält ein Sprachsignal wie beispielsweise ein Wort und einen kurzen Satz und ein Umgebungsrauschen in Antwort auf eine Anwendungsumgebung des Hörgeräts.

Da das Parameter-Erzeugungselement 2, das programmierbare Hörgerät 3 und der Lautsprecher 5 denselben Aufbau wie diejenigen des ersten Ausführungsbeispiels haben, ist hierin nachfolgend die Beschreibung weggelassen.

Nun wird hierin nachfolgend eine Operation einer Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf ein Ablaufdiagramm beschrieben, wie es in Fig. 7 gezeigt ist.

Zuerst wird in einem Schritt SP 51 ein Audiogramm der in bezug auf ein Hören beeinträchtigten Person gemessen. In einem Schritt SP 52 wird ein Grenzbereich zum Begrenzen eines Suchbereichs eines Einstellwerts einer Lautstärkesteuerung und eine Ausgabegrenze unter Verwendung des gemessenen Audiogramms und durch eine bekannte Hörgeräte-Anpassungsformel berechnet, um während der Anpassungsoperation keinen zu lauten Klang oder zu leisen Klang auszugeben.

Als nächstes wird in einem Schritt SP 53 eine Gruppe aus einem Anfangswert eines Lösungsvektors, die aus einem Einstellwert für jede Einstellfunktion des programmierbaren Hörgeräts 3 zusammengesetzt ist, nämlich eine sogenannte Anfangslösungsvektorgruppe  $P_k$  ( $k = 1, 2, 3, \dots, n$ ), eingestellt, um einen genetischen Algorithmus (GA) zu verarbeiten. Hier ist  $n = 20$  eingestellt.

Die Anfangslösungsvektorgruppe  $P_k$  ( $k = 1, 2, 3, \dots, n$ ) wird unter Verwendung einer Zufallszahl und von ähnlichem im normalen genetischen Algorithmus (GA) zufällig bestimmt. Jedoch wird im oben angegebenen Schritt SP 52 eine Begrenzung eines Suchbereichs des Einstellwerts der Lautstärkesteuerung und der Ausgabegrenze zur Verfügung gestellt, um während der Anpassungsoperation keinen zu lauten Klang oder zu leisen Klang auszugeben.

Nachdem eine Anfangseinstellung ( $k = 1$ ) in einem Schritt SP 54 bewirkt ist, wird in einem Schritt SP 55 ein Lösungsvektor  $P_1$  durch ein Parameter-Schreibelement 2b in einen Parameter des programmierbaren Hörgeräts 3 umgewandelt. In einem Schritt SP 56 wird der Parameter nun in ein Parameter-Speicherelement 4 des programmierbaren Hörgeräts 3 geschrieben.

Als nächstes wird in einem Schritt SP 57 eine Klangquelle durch ein Klangquellen-Präsentationselement 12 reproduziert und von einem Lautsprecher zum programmierbaren Hörgerät 3 präsentiert. Ein Subjekt hört auf einen Ausgangsklang (d. h. eine Klangquelle, die in Antwort auf den Lösungsvektor  $P_1$  für ein Hörgerät verarbeitet worden ist) des programmierbaren Hörgeräts 3. Nachdem die

Klangquelle für eine feste Zeit zum programmierbaren Hörgerät 3 präsentiert ist, wird die Präsentation der Klangquelle in einem Schritt SP 58 beendet.

In einem Schritt SP 59 wird ein Zeitgeber 11 gestartet, um eine vorbestimmte Zeit (eine Einstellzeit T0) zum Erhalten eines Bewertungswerts zu zählen. Der Zeitgeber 11 kann gleichzeitig mit der Präsentation der Klangquelle im Schritt SP 57 gestartet werden, um die von der Klangquellenpräsentation bis zum Erhalten eines Bewertungswerts erforderliche Zeit auf die Einstellzeit T0 des Zeitgebers 11 einzustellen.

In einem Schritt SP 60 erhält ein Bewertungswert-Empfangelement 2c einen Bewertungswert  $E_1$  eines Subjekts relativ zum präsentierten Klang zu der Zeit, zu der der Zeitgeber 11 ein Zählen der Einstellzeit T0 beendet.

Der Bewertungswert  $E_1$  ist ein numerischer Wert mit fünf Stufen von 1 bis 5 zum Ausdrücken der subjektiven Bewertung durch das Subjekt basierend auf der Verständlichkeit, des Komforts und ähnlichem relativ zum präsentierten Klang. Eine Stufe 1 drückt die niedrigste Bewertung aus, während eine Stufe 5 die höchste Bewertung ausdrückt.

Nachdem die Einstellzeit T0 verstrichen ist, wird die Zeit des Zeitgebers 11 beendet und rückgesetzt. Das Programm geht zu einem Schritt SP 62, wo beurteilt wird, ob  $k = 20$  geworden ist oder nicht, und geht zu einem Schritt SP 63, wo  $k + 1$  für  $k$  eingesetzt wird. Das Programm geht wieder zum Schritt SP 55.

Im Schritt SP 55 wird ein Lösungsvektor  $P_2$  in einen Parameter des programmierbaren Hörgeräts 3 umgewandelt, und dieser Parameter wird im Schritt SP 56 in ein Parameter-Speicherelement 4 geschrieben. Im Schritt SP 57 wird eine Klangquelle, die in Antwort auf den Lösungsvektor  $P_2$  für ein Hörgerät verarbeitet worden ist, durch den Lautsprecher 5 präsentiert, und ein Erhalten eines Bewertungswerts  $E_2$  des Subjekts relativ zum präsentierten Klang wird im Schritt SP 60 ausgeführt. Die Zeitgabe dafür, wann der Parameter in das Parameter-Speicherelement 4 zu schreiben ist, wird durch ein Steuersignal vom Zeitgeber 11 in festen Zeitintervallen geliefert.

Eine Operation der Schritte SP 55 bis SP 63 wird hierin nachfolgend auf dieselbe Weise wiederholt, wie es oben angegeben ist. Somit werden in bezug auf den Lösungsvektor  $P_3, P_4, \dots, P_{20}$  eine Präsentation der Klangquelle, die in Antwort auf den Lösungsvektor  $P_3, P_4, \dots, P_{20}$  für ein Hörgerät verarbeitet worden ist, und ein Erhalten des Bewertungswerts  $E_3, E_4, \dots, E_{20}$  des Subjekts relativ zum präsentierten Klang ausgeführt.

Wenn alle Bewertungswerte  $E_1$  bis  $E_{20}$  erhalten sind, wird in einem Schritt SP 64 beurteilt, ob die vorbestimmte Endbedingung erfüllt ist oder nicht. Wenn die vorbestimmte Endbedingung erfüllt worden ist, ist die Anpassungsoperation beendet. Der Lösungsvektor  $P_k$ , der den höchsten Bewertungswert unter der aktuellen Lösungsvektorgruppe  $P_k$  ( $k = 1, 2, 3, \dots, n$ ) erhielt, wird als der End-Anpassungswert angesehen.

Andererseits werden dann, wenn beurteilt wird, daß die Endbedingung nicht erfüllt worden ist, in einem Schritt SP 65 eine Auswahl, ein Chiasmus und eine Änderung in einem genetischen Algorithmus (GA) unter Verwendung des Bewertungswerts  $E_k$  relativ zur aktuellen Lösungsvektorgruppe  $P_k$  ( $k = 1, 2, 3, \dots, n$ ) und jedes Lösungsvektors  $P_k$  zum Erzeugen einer neuen Lösungsvektorgruppe  $P'_k$  ausgeführt.

Die oben angegebene Operation (Schritte SP 54 bis SP 64) wird wiederum in bezug auf die neue Lösungsvektorgruppe  $P'_k$  ( $k = 1, 2, 3, \dots, n$ ) ausgeführt. Die vorbestimmte Endbedingung hat die Bedeutung der Bedingung zum Beenden der Entwicklung des genetischen Algorithmus (GA). Durch Bestimmen der Anzahl der Entwicklungen im voraus

ist es möglich, die Anpassungsoperation automatisch zu beenden, wenn die Anzahl den vorbestimmten Pegel erreicht.

Weiterhin wird zum Vermeiden der Präsentation eines zu lauten Klangs oder eines zu leisen Klangs im Schritt SP 52 eine Vorrichtung für eine Bereichsgrenze in bezug auf den Einstellwert der Lautstärkesteuerung und der Ausgangsgrenze zur Verfügung gestellt. Jedoch sind die Steuerungen zum Zurverfügungstellen der Bereichsgrenze nicht auf diese zwei Vorrichtungen beschränkt, sondern dieselbe Bereichsgrenze wie oben kann gemäß den Aufgaben auf andere Steuerungen angewendet werden, wie beispielsweise eine Lautstärkesteuerung und eine Tonsteuerung von AGC.

Zusätzlich wird der Grenzbereich eines Suchraums für den Lösungsvektor  $P_k$  unter Verwendung des Audiogramms und einer bekannten Anpassungsformel bestimmt. Jedoch dann, wenn ein vorbestimmtes Signal für eine Untersuchung (ein reiner Ton, ein Bandrauschen, etc.) im voraus im Klangquellen-Speicherelement vorbereitet wird, ist es auch möglich, den Hörschwellenpegel (HTL) und/oder den unbehaglichen Lautstärkepegel (UCL), den behaglichsten Lautstärkepegel (MCL) und ähnliches des Subjekts unter Verwendung des Signals zu finden und eine Begrenzung in bezug auf den Wert der Steuerungen in Antwort auf diese Werte zu liefern.

Obwohl die Anzahl von Entwicklungen des genetischen Algorithmus (GA) als die Endbedingung beschrieben ist, ist es auch möglich, die Anpassungsoperation dann zu beenden, wenn der Lösungsvektor  $P_k$  von  $E_k = 5$  die vorbestimmte Anzahl übersteigt, oder wenn ein mittlerer Wert von  $E_k$  den vorbestimmten Wert übersteigt.

Ebenso ist es möglich, die Konvergenzbedingung des genetischen Algorithmus (GA) aus einem euklidischen Abstand und ähnlichem zwischen jedem Lösungsvektor  $P_k$  abzuschätzen und die Anpassungsoperation zu beenden, wenn die Konvergenzbedingung den festen Pegel übersteigt.

Der Lösungsvektor  $P_k$ , der den höchsten Bewertungswert unter der aktuellen Lösungsvektorgruppe  $P_k$  ( $k = 1, 2, 3, \dots, n$ ) erhalten hat, wird als der End-Anpassungswert angesehen, aber es wird auch in Erwägung gezogen, daß es eine Vielzahl von Lösungsvektoren  $P_k$  mit der höchsten Anzahl von Stellen (5 Stellen) gibt. In diesem Fall ist es auch möglich, irgendeinen von diesen zufällig als den End-Anpassungswert auszuwählen oder das Subjekt zu bitten, noch einmal auf nur den Lösungsvektor  $P_k$  mit der höchsten Stelle zu hören und seinen favorisierten Lösungsvektor  $P_k$  auszuwählen.

Jedoch wird bei einer solchen Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wie sie oben angeordnet ist, in Erwägung gezogen, daß das Subjekt nicht auf den Bewertungswert  $E_k$  innerhalb der vorbestimmten Zeit (der Einstellzeit T0 des Zeitgebers 11) antwortet. Das bedeutet, daß es ein Fall ist, bei welchem die Einstellzeit T0 abgelaufen ist, während das Subjekt sich um die Auswahl des Bewertungswerts kümmert und die nächste Klangquelle präsentiert wird.

Der genetische Algorithmus (GA) kann sich theoretisch nicht entwickeln, bis nicht alle Bewertungswerte  $E_k$  relativ zu allen Lösungsvektoren  $P_k$  erhalten sind (er kann die neue Lösungsvektorgruppe  $P'_k$  ( $k = 1, 2, 3, \dots, n$ ) berechnen). Demgemäß wird dann, wenn es irgendeinen Lösungsvektor  $P_k$  gibt, der den Bewertungswert  $E_k$  nicht erhalten hat; dort die Anpassungsoperation stoppen.

Zum Lösen dieser Probleme, indem die Lösungsvektoren  $P_a, P_b, \dots$  gespeichert werden, für welche der Bewertungswert nicht beantwortet worden ist, ist es, nachdem die Präsentation der Klangquelle, die in Antwort auf die Lösungsvektoren  $P_1$  bis  $P_{20}$  für ein Hörgerät verarbeitet worden ist, und deren Bewertung (einschließlich keiner Antwort) been-



det sind, nötig, die Klangquelle in bezug auf die nicht beantworteten Lösungsvektoren  $P_a, P_b, \dots$  wieder zu präsentieren und den Prozeß zum Erhalten von  $E_a, E_b, \dots$  zu wiederholen, bis die Bewertungswerte  $E_1$  bis  $E_{20}$  der Lösungsvektoren  $P_1$  bis  $P_{20}$  alle erhalten sind.

Als nächstes weist die Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wie sie in **Fig. 8** gezeigt ist, ein Klangquellen-Steuerelement **13**, ein Klangquellen-Präsentationselement **12** und ein Parameter-Erzeugungselement **2** auf. Der hier verwendete Aufbau ist genau wie derjenige der Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung, wie sie in **Fig. 6** gezeigt ist, außer einem Vorsehen eines Klangquellen-Steuerelements **13** anstelle des Zeitgebers **11**. Demgemäß ist der mit **Fig. 6** gemeinsame Aufbau hierin nachfolgend nicht beschrieben.

Das Klangquellen-Steuerelement **13** ist hauptsächlich mit einem Klangquellen-Präsentationszeitgeber zum Bestimmen einer Klangquellen-Präsentationszeit  $T_1$  versehen, welches eine Präsentationszeit der Klangquelle zum Subjekt ist, und mit einem Bewertungswert-Empfangszeitgeber zum Bestimmen einer Bewertungswert-Empfangszeit  $T_2$ , welches die Zeit ist, die dem Subjekt zum Bewerten der präsentierten Klangquelle gegeben wird, nachdem die Klangquelle präsentiert ist.

Das Klangquellen-Steuerelement **13** gibt ein Steuersignal zum Klangquellen-Präsentationselement **12** aus, um den Start der Klangquellenpräsentation zu befehlen, und gibt ein Steuersignal zum Klangquellen-Präsentationselement **12** aus, um das Ende der Klangquellenpräsentation durch das Bewertungswert-Empfangssignal vom Bewertungswert-Empfangselement **2c** des Parameter-Erzeugungselements **2** zu befehlen. Das Klangquellen-Steuerelement **13** gibt auch ein Steuersignal zu einem Parameter-Schreibelement **2b** des Parameter-Erzeugungselements **2** aus, um dem Parameter-Schreibelement **2b** zu befehlen, den Parameter in ein Parameter-Speicherelement **4** des programmierbaren Hörgeräts **3** in festen Zeitintervallen zu schreiben.

Das Klangquellen-Präsentationselement **12** empfängt ein Steuersignal vom Klangquellen-Steuerelement **13** und präsentiert eine Klangquelle von einem Lautsprecher **5** zum programmierbaren Hörgerät **3**. Die Klangquelle enthält einen Sprachklang, wie beispielsweise ein Wort und einen kurzen Satz, und ein Umgebungsruschen in Antwort auf eine Anwendungsumgebung eines Hörgeräts.

Nun wird hierin nachfolgend eine Operation der Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf ein Ablaufdiagramm erklärt werden, wie es in den **Fig. 9** und **10** gezeigt ist.

Schritte **SP 71** bis **SP 76**, wie sie in **Fig. 9** gezeigt sind, haben denselben Aufbau wie die Schritte **SP 51** bis **SP 56** des Ablaufdiagramms, wie es in **Fig. 7** gezeigt ist. Schritte **SP 88** bis **SP 92** haben auch denselben Aufbau wie die Schritte **SP 62** bis **SP 66** des Ablaufdiagramms, wie es in **Fig. 7** gezeigt ist. Demgemäß ist hierin nachfolgend die Beschreibung für diese Schritte weggelassen.

Als erstes wird in einem Schritt **SP 77** ein Klangquellen-Präsentationszeitgeber gestartet, in welchem eine Klangquellen-Präsentationszeit  $T_1$  im voraus eingestellt worden ist. Zur selben Zeit wird in einem Schritt **SP 78** ein Klangquellen-Präsentationselement **12** zum Reproduzieren einer Klangquelle angetrieben, und dann zum Präsentieren des akustischen Signals vom Lautsprecher **5** zum programmierbaren Hörgerät **3**. Das Subjekt hört auf einen Ausgangsklang (d. h. eine Klangquelle, die in Antwort auf einen Lösungsvektor  $P_k$  für ein Hörgerät verarbeitet worden ist) des programmierbaren Hörgeräts **3**.

In einem Schritt **SP 79** wird beurteilt, ob ein Bewertungs-

wert-Empfangselement **2c** einen Bewertungswert  $E_1$  des Subjekts relativ zum präsentierten Klang erhalten hat oder nicht. Der Bewertungswert  $E_1$  ist ein numerischer Wert mit Stufen von 1 bis 5, die die subjektive Bewertung durch das Subjekt basierend auf der Verständlichkeit, dem Komfort und ähnlichem relativ zum präsentierten Klang ausdrücken, wobei  $E_1 = 1$  die niedrigste Bewertung ausdrückt, während  $E_1 = 5$  die höchste Bewertung ausdrückt.

Wenn beurteilt wird, daß das Bewertungswert-Empfangselement **2c** den Bewertungswert  $E_1$  erhalten hat, wird in einem Schritt **SP 80** die Klangquellenpräsentation durch das Klangquellen-Präsentationselement **12** beendet. Gleichzeitig geht in einem Schritt **SP 81** das Programm nach einem Rücksetzen des Klangquellen-Präsentationszeitgebers zu einem Schritt **SP 88**.

Andererseits ist dann, wenn beurteilt wird, daß das Bewertungswert-Empfangselement **2c** den Bewertungswert  $E_1$  nicht erhalten hat, in einem Schritt **SP 82** zu beurteilen, ob die Zeit des Klangquellen-Präsentationszeitgebers abgelaufen ist oder nicht, nämlich ob die Klangquellen-Präsentationszeit  $T_1$  abgelaufen ist oder nicht, nachdem die Präsentation der Klangquelle gestartet ist.

Wenn beurteilt wird, daß die Klangquellen-Präsentationszeit  $T_1$  nicht abgelaufen ist, geht das Programm zurück zum Schritt **SP 78**, wobei die Klangquelle kontinuierlich präsentiert wird. Wenn beurteilt wird, daß die Klangquellen-Präsentationszeit  $T_1$  abgelaufen ist, geht das Programm zum Schritt **SP 83**, wobei der Klangquellen-Präsentationszeitgeber rückgesetzt wird.

Als nächstes wird in einem Schritt **SP 84** der Bewertungswert-Empfangszeitgeber gestartet, in welchem die Bewertungswert-Empfangszeit  $T_2$ , welches die Zeit ist, die dem Subjekt dafür zugeteilt wird, daß das Bewertungswert-Empfangselement **2c** die Bewertungszeit  $E_1$  erhält, im voraus eingestellt worden ist. Gleichzeitig wird in einem Schritt **SP 85** beurteilt, ob das Bewertungswert-Empfangselement **2c** den Bewertungswert  $E_1$  des Subjekts relativ zum präsentierten Klang erhalten hat oder nicht.

Wenn beurteilt wird, daß das Bewertungswert-Empfangselement **2c** den Bewertungswert  $E_1$  erhalten hat, geht das Programm zu einem Schritt **SP 87**, wobei der Bewertungswert-Empfangszeitgeber rückgesetzt wird.

Andererseits ist dann, wenn beurteilt wird, daß das Bewertungswert-Empfangselement **2c** den Bewertungswert  $E_1$  nicht erhalten hat, in einem Schritt **SP 86** zu beurteilen, ob die Zeit des Bewertungswert-Empfangszeitgebers abgelaufen ist oder nicht, nämlich ob die Bewertungswert-Empfangszeit  $T_2$  abgelaufen ist oder nicht, nachdem die Präsentation der Klangquelle beendet ist.

Wenn beurteilt wird, daß die Bewertungswert-Empfangszeit  $T_2$  nicht abgelaufen ist, geht das Programm zurück zum Schritt **SP 85**. Andererseits wird dann, wenn beurteilt wird, daß die Bewertungswert-Empfangszeit  $T_2$  abgelaufen ist, der Bewertungswert-Empfangszeitgeber im Schritt **SP 87** rückgesetzt.

Beim dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung kann die Zeitgabe dann, wenn das Subjekt die präsentierte Klangquelle bewertet, während der Klangquellen-Präsentationszeit  $T_1$  erfolgen, wenn die Klangquelle des Schritts **SP 79** präsentiert wird, oder während der Bewertungswert-Empfangszeit  $T_2$ , nachdem die Klangquellenpräsentation des Schritts **SP 85** beendet ist. Das Subjekt kann die präsentierte Klangquelle in einer Zeitgabe bewerten, welche auch immer einfacher ist.

Weiterhin ist es deshalb, weil die Klangquellenpräsentation gleichzeitig mit einer Eingabe des Bewertungswerts durch das Subjekt beendet wird und die nächste Klangquellenpräsentation gestartet wird, möglich, die Anpassungs-



operationszeit zu reduzieren. Zusätzlich kann selbst dann, wenn ein Klang, der für das Subjekt unangenehm ist, präsentiert wird, deshalb, weil die Präsentation gleichzeitig mit der Eingabe des Bewertungswerts gestoppt wird, das Subjekt die Anpassungsoperation komfortabler ausführen.

Jedoch wird bei der Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wie sie oben aufgebaut ist, in Erwägung gezogen, daß das Subjekt nicht auf den Bewertungswert  $E_k$  innerhalb der vorbestimmten Zeit (der Klangquellen-Präsentationszeit  $T1$  + der Bewertungswert-Empfangszeit  $T2$ ) antwortet. Das bedeutet, daß dies ein Fall ist, bei welchem die Einstellzeit (die Klangquellen-Präsentationszeit  $T1$  + die Bewertungswert-Empfangszeit  $T2$ ) verstrichen ist und die nächste Klangquelle präsentiert wird, während das Subjekt sich um die Auswahl des Bewertungswerts kümmert.

In einem solchen Fall, bei dem die Lösungsvektoren  $P_a, P_b, \dots$  gespeichert werden, für welche der Bewertungswert nicht beantwortet worden ist, ist es auf dieselbe Weise wie bei der Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wie sie in Fig. 6 gezeigt ist, nachdem die Präsentation der Klangquelle, die in Antwort auf die Lösungsvektoren  $P_1$  bis  $P_{20}$  für ein Hörgerät verarbeitet worden ist, und die Bewertung der präsentierten Klangquelle (einschließlich keiner Antwort) beendet sind, nötig, die Klangquelle relativ zu den Lösungsvektoren  $P_a, P_b, \dots$  wieder zu präsentieren, zu welchen ein Bewertungswert nicht beantwortet worden ist, und den Prozeß zum Erhalten von  $E_a, E_b, \dots$  zu wiederholen, bis die Bewertungswerte  $E_1$  bis  $E_{20}$  der Lösungsvektoren  $P_1$  bis  $P_{20}$  alle erhalten sind.

#### Patentansprüche

1. Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung, die folgendes aufweist:
  - eine Anfangslösungs-Einstelleinrichtung (2a) zum Bestimmen einer Anfangsgruppe eines zu erneuernden Lösungsvektors;
  - eine Parameter-Schreibeinrichtung (2b) zum Umwandeln des Lösungsvektors in Einstellparameterwerte eines Hörgeräts (3) und zum Schreiben der Parameterwerte in ein Hörgeräte-Parameterspeicherelement (4) des Hörgeräts;
  - eine Bewertungswert-Empfangseinrichtung (2c) zum Erhalten eines Bewertungswerts eines Subjekts relativ zu jedem Lösungsvektor;
  - eine Optimallösungs-Abschätzeinrichtung (2d) zum Abschätzen einer optimalen Lösung basierend auf einem Wert für jeden Lösungsvektor und dem Bewertungswert jedes Lösungsvektors;
  - eine Klangquellen-Speichereinrichtung (1a) zum Speichern einer Klangquelle für das Subjekt zum Bewerten jedes Lösungsvektors;
  - eine Klangquellen-Präsentationseinrichtung (1d) zum Präsentieren der Klangquelle zum Hörgerät; und
  - wobei die Klangquelle ein Umgebungsklang ist.
2. Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Klangquelle eine Vielzahl von Umgebungsklängen enthält und jeweils ein optimaler Lösungsvektor relativ zu jedem Umgebungsklang abgeschätzt wird.
3. Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die von der Klangquellen-Präsentationseinrichtung (1d) präsentierte Klangquelle in einen externen elektrischen Eingangsanschluß (8e) des Hörgeräts (8) eingegeben wird.
4. Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung nach Anspruch

1, 2 oder 3, wobei die Klangquellen-Speichereinrichtung (1a) und die Klangquellen-Präsentationseinrichtung (1d) durch eine Kommunikationsleitung miteinander verbunden sind.

5. Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung, die folgendes aufweist:

- eine Anfangslösungs-Einstelleinrichtung (2a) zum Bestimmen einer Anfangsgruppe eines zu erneuernden Lösungsvektors;
- eine Parameter-Schreibeinrichtung (2b) zum Umwandeln des Lösungsvektors in Einstellparameterwerte eines Hörgeräts (3) und zum Schreiben der Parameterwerte in eine Hörgeräte-Parameterspeichereinrichtung (4) des Hörgeräts;
- eine Bewertungswert-Empfangseinrichtung (2c) zum Erhalten eines Bewertungswerts eines Subjekts relativ zu jedem Lösungsvektor;
- eine Optimallösungs-Abschätzeinrichtung (2d) zum Abschätzen einer optimalen Lösung basierend auf einem Wert jedes Lösungsvektors und dem Bewertungswert relativ zu jedem Lösungsvektor;
- eine Klangquellen-Präsentationseinrichtung (12) zum Präsentieren einer Klangquelle für das Subjekt zum Bewerten jedes Lösungsvektors zum Hörgerät; und
- eine Zeitgebereinrichtung (11) für die Klangquellen-Präsentationseinrichtung (12) zum Präsentieren der Klangquelle in einer Reihenfolge in festen Zeitintervallen.

6. Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung, die folgendes aufweist:

- eine Anfangslösungs-Einstelleinrichtung (2a) zum Bestimmen einer Anfangsgruppe für einen zu erneuernden Lösungsvektor;
- eine Parameter-Schreibeinrichtung (2b) zum Umwandeln des Lösungsvektors in Einstellparameterwerte eines Hörgeräts (3) und zum Schreiben der Parameterwerte in ein Hörgeräte-Parameterspeicherelement (4) des Hörgeräts;
- eine Bewertungswert-Empfangseinrichtung (2c) zum Erhalten eines Bewertungswerts eines Subjekts relativ zu jedem Lösungsvektor;
- eine Optimallösungs-Abschätzeinrichtung (2d) zum Abschätzen einer optimalen Lösung basierend auf einem Wert jedes Lösungsvektors und dem Bewertungswert relativ zu jedem Lösungsvektor;
- eine Klangquellen-Präsentationseinrichtung (12) zum Präsentieren einer Klangquelle für ein Subjekt zum Bewerten jedes Lösungsvektors zum Hörgerät; und
- eine Klangquellen-Steuereinrichtung (13) zum Steuern der Zeitgabe für die Klangquellen-Präsentationseinrichtung (12) zum Präsentieren der Klangquelle zum Hörgerät in einer Reihenfolge gemäß der Zeitgabe für die Bewertungswert-Empfangseinrichtung (2c), um den Bewertungswert erhalten zu haben.

7. Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, wobei dann, wenn es irgendeinen Lösungsvektor gibt, auf welchen der Bewertungswert nicht geantwortet hat, nachdem die Präsentation der Klangquelle in bezug auf den letzten Lösungsvektor der Erzeugung beendet ist, die Präsentation der Klangquelle in bezug auf den Lösungsvektor, auf welchen der Bewertungswert nicht geantwortet hat, wiederum bewirkt wird.

---

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

---

Fig. 1

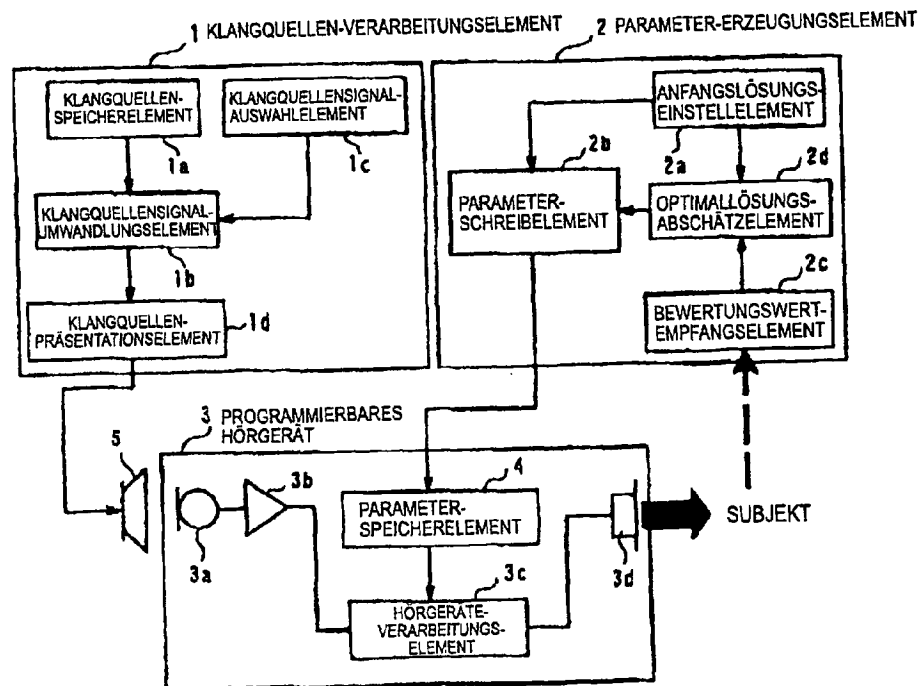


Fig. 2

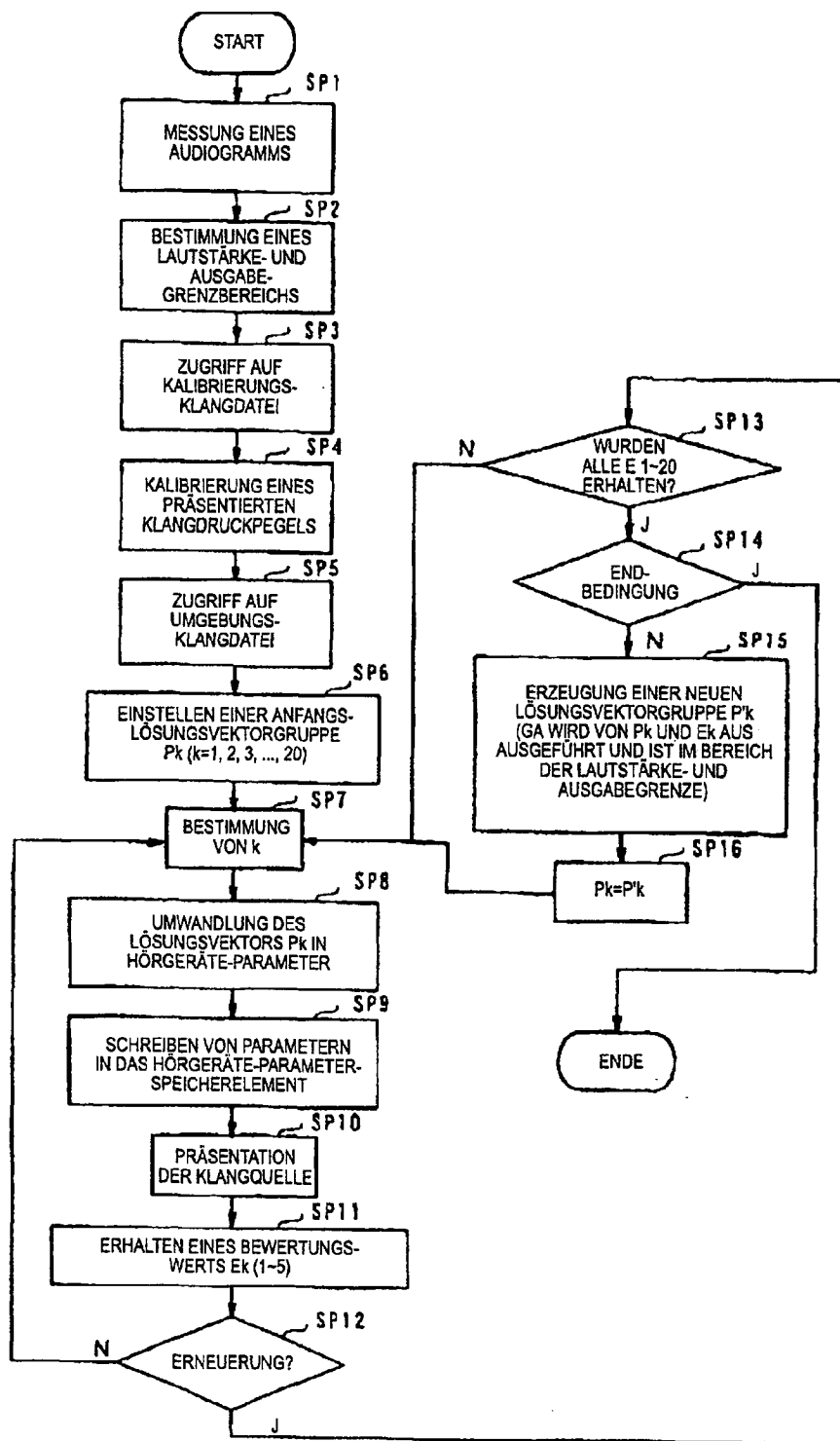


Fig. 3

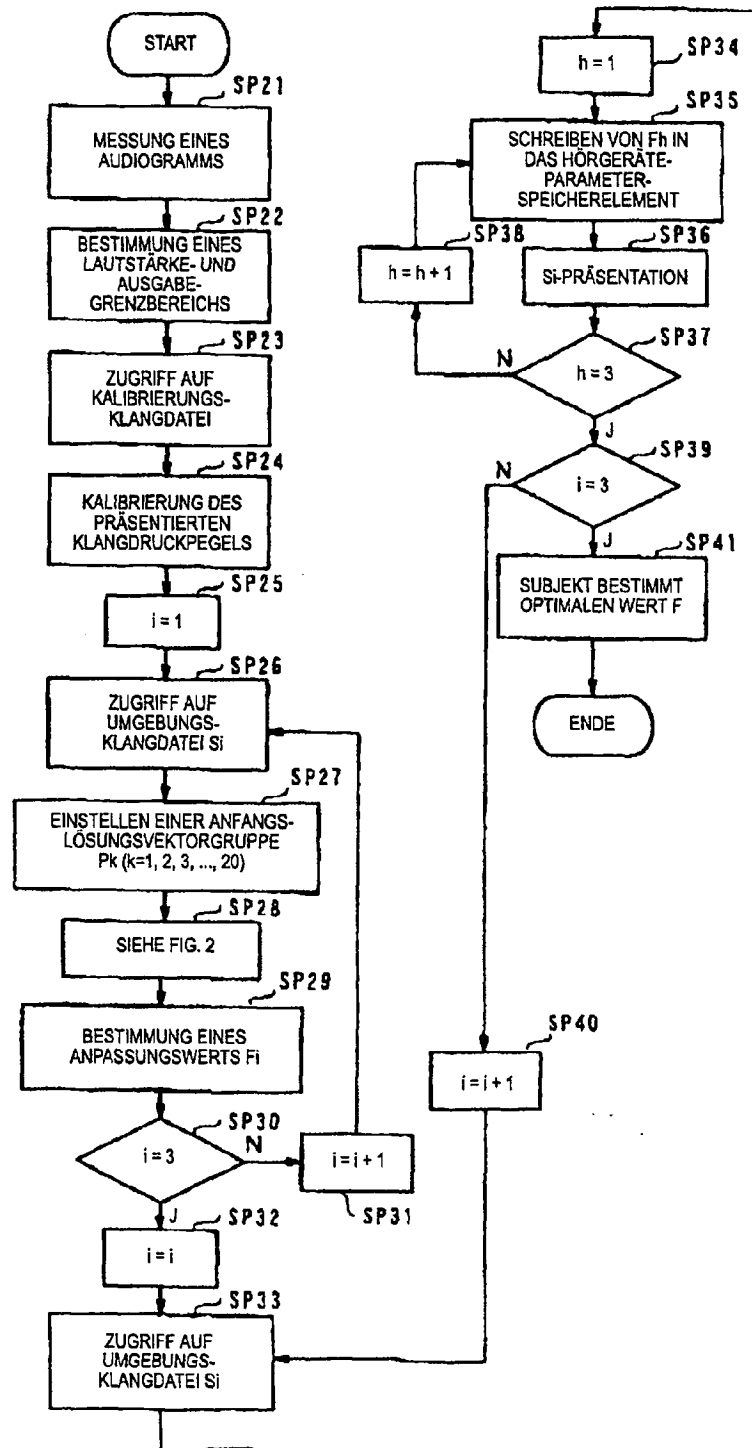


Fig. 4

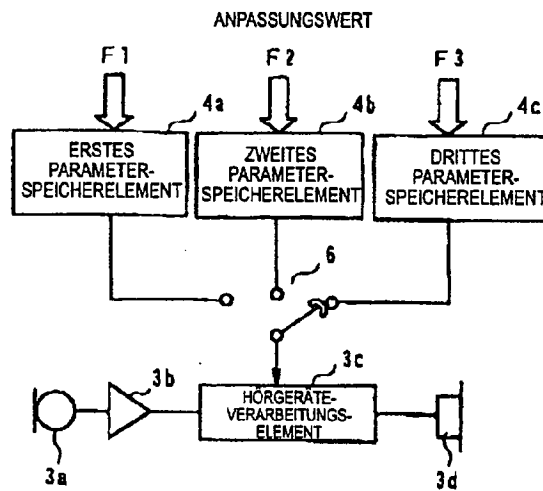


Fig. 5

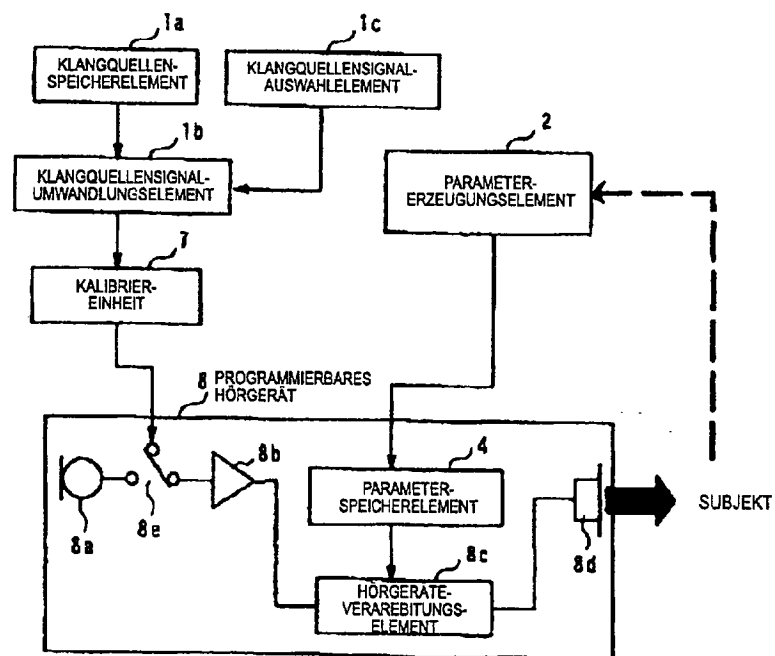


Fig. 6

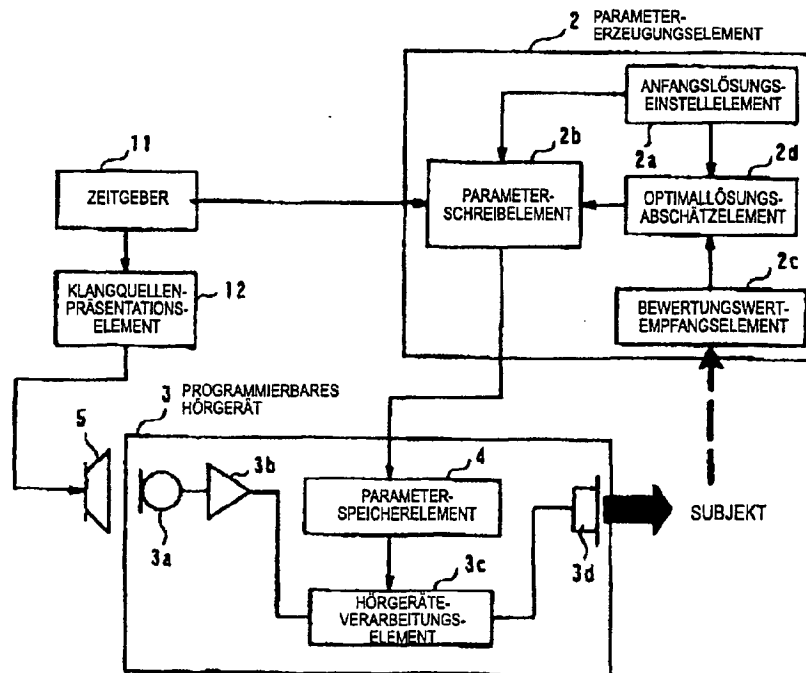


Fig. 7

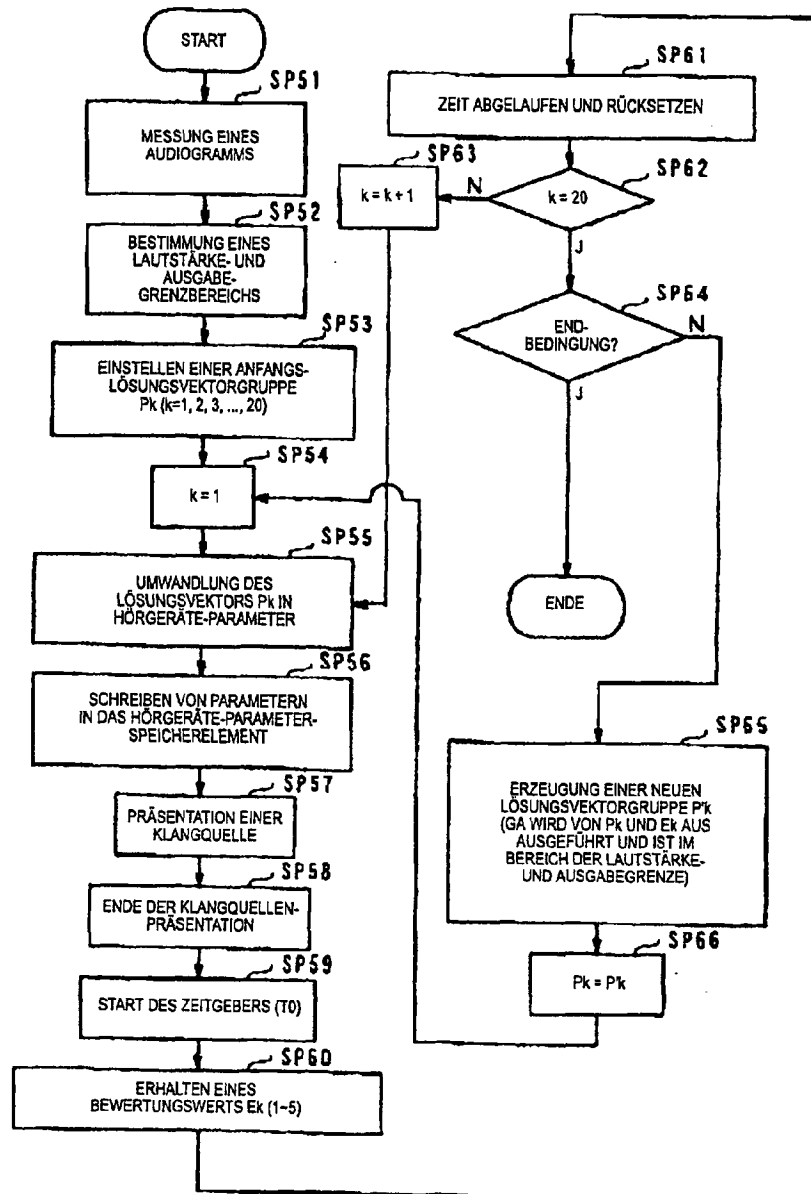




Fig. 8

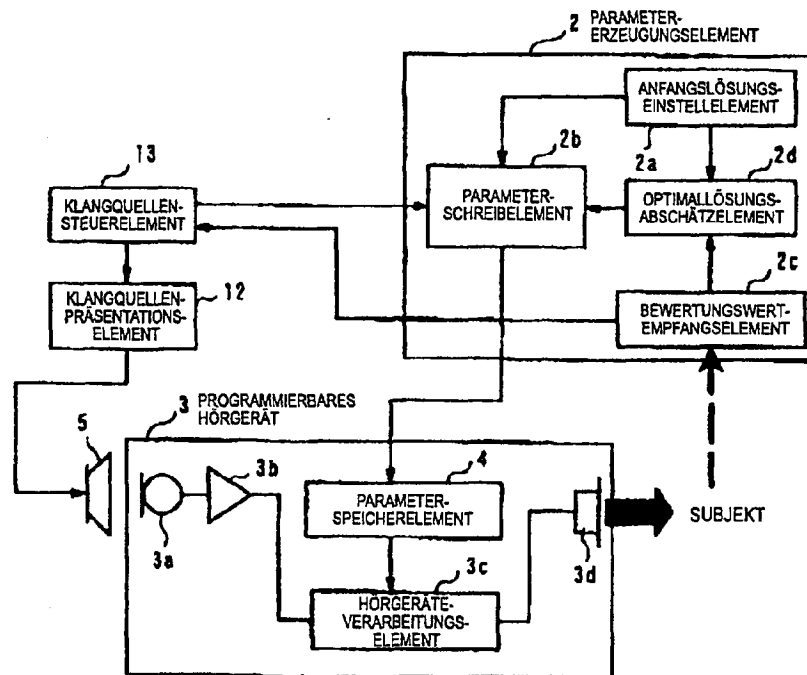


Fig. 9

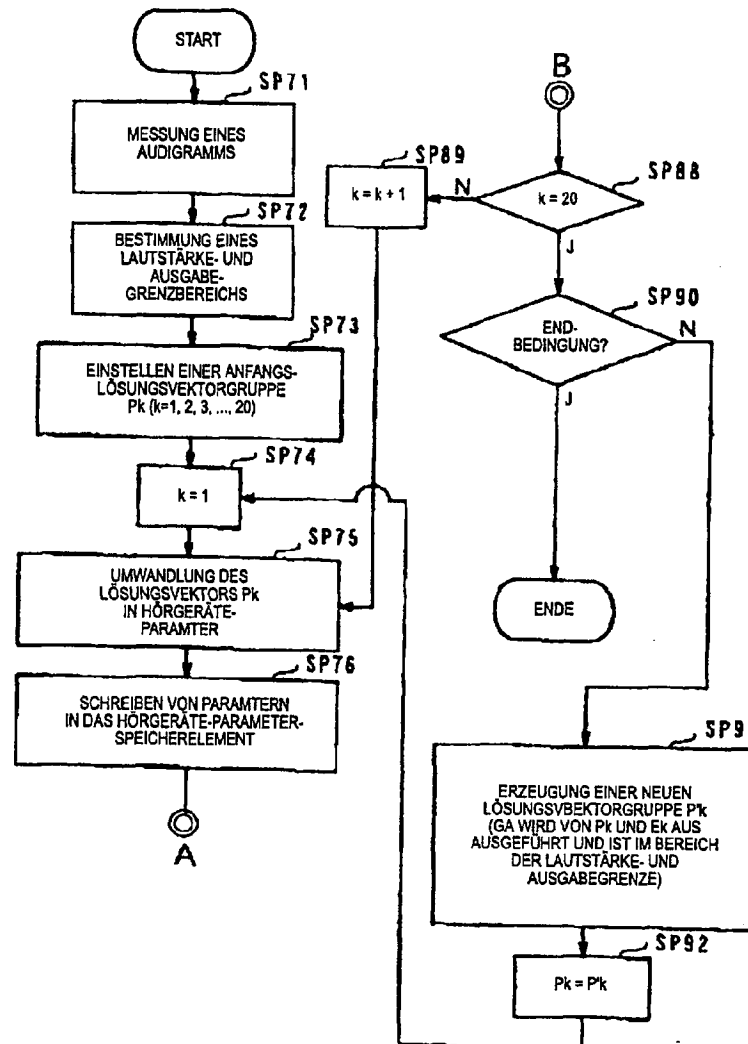


Fig. 10

